

Моделирование неустановившейся фильтрации в системе пласт - трещина ГРП

Хисамов Артур Альфирович

Башкирский государственный университет

ООО «РН-БашНИПИнефть»

Хабибуллин Ильдус Лутфурахманович, д.ф.-м.н.

khisamovartur@list.ru

Гидравлический разрыв пласта, заключающийся в создании трещин, пересекающихся со скважинами, в настоящее время является одним из основных методов интенсификации добычи трудно извлекаемых запасов углеводородов. Наличие трещин гидроразрыва приводит к существенным изменениям геометрии и динамики процесса фильтрации. Поэтому является актуальным математическое моделирование процессов фильтрации в пласте с трещиной гидроразрыва. Эти модели достаточно полно разработаны в стационарном приближении. Нестационарные процессы распределения давления исследованы в основном применительно к гидродинамическим методам исследования скважин, которые охватывают ограниченный интервал пространственно-временных изменений давления (расстояния порядка радиуса скважины и времени намного меньшие, чем характерное время фильтрации). Коллектора с трудно извлекаемыми запасами, как правило, характеризуются малой проницаемостью и большой вязкостью нефти. В таких коллекторах, в которых в основном и реализуется гидроразрыв пласта, продолжительность нестационарных процессов перераспределения давления может быть одного порядка с характерным временем фильтрации между скважинами [1]. Поэтому представляет интерес развитие теории нестационарной фильтрации в пластах с трещинами ГРП. В работе представлены новые аналитические решения задачи о нестационарном распределении давления в пласте, пересеченной вертикальной трещиной гидроразрыва при краевых условиях первого, второго и третьего рода на скважине. Решения задач построены методом преобразований Лапласа.

Создание в пласте вертикальных трещин, пересекающихся со скважинами, является одним из эффективных методов интенсификации добычи нефти и газа из малопроницаемых коллекторов. Гидродинамическая связь пласта и скважины, как правило, реализуется только через трещину гидроразрыва. В зависимости от соотношений проницаемостей пласта и трещины, соотношений длины трещины и характерного размера пласта меняются геометрия и интенсивность фильтрационного потока в системе пласт-трещина-скважина. Модели таких фильтрационных потоков достаточно полно развиты в приближении стационарной фильтрации. Нестационарные аналитические модели рассматриваются в основном применительно к задачам гидродинамического исследования скважин и пластов, в которых определяются зависимости от времени дебита скважины или давления на забое скважины, распределения давления в трещине и в пласте не рассматриваются. В то же время, в коллекторах с трудно извлекаемыми запасами, за счет малой проницаемости пласта и большой вязкости нефти, продолжительность нестационарных процессов распределения давления может быть одного порядка с характерным временем процесса фильтрации. Поэтому актуальным является исследование нестационарных моделей фильтрации в системе пласт-трещина с точки зрения развития общей теории этих процессов, а также для развития методов гидродинамических исследований пластов, методов оценки дебита скважин с трещиной гидроразрыва [2-5].

Представлены новые аналитические решения, описывающие нестационарную фильтрацию жидкости в пластах с вертикальной трещиной гидроразрыва. Полученные решения позволяют исследовать распределения давления и скорости фильтрации в системе пласт-трещина при задании на скважине граничных условий первого, второго и третьего родов. Эти решения и их асимптотические представления имеют значимость для теоретического обоснования методов гидродинамических исследований пластов и для оценки дебита скважин с трещиной гидроразрыва. По полученным в работе выражениям можно построить типовые кривые, описывающие изменение давления на забое скважины или дебита скважины со временем. Сопоставительный анализ этих кривых с данными скважинных исследований позволяет определять коллекторские свойства трещины и пласта. Использование решений в случае нагнетательных скважин позволяет описать динамику заводнения пластов с трещинами

Список публикаций:

- [1] Cinco-Ley H., Samaniego V.F. *Transient Pressure Analysis for fractured wells* // *J. Petrol. Technol.* – 1981. – V.33, N9. – P. 1749-1766.
- [2] Хабибуллин И.Л., Хисамов А.А. *Моделирование нестационарной фильтрации вокруг скважины с вертикальной трещиной гидроразрыва* // *Вестник Башкирского университета*. 2017. Т. 22. №2. С. 309-314.
- [3] Хабибуллин И.Л., Хисамов А.А. *К теории билинейного режима фильтрации в пластах с трещинами гидроразрыва* // *Вестник Башкирского университета*. 2018. Т. 23. №4. С. 958-963.
- [4] Нагаева З.М., Шагапов В.Ш. *Об упругом режиме фильтрации в трещине, расположенной в нефтяном или газовом пласте* // *ПММ*. 2017. том 81, вып. 3. С. 319-329.
- [5] Хабибуллин И.Л., Хисамов А.А. *Нестационарная фильтрация в пласте с трещиной гидроразрыва* // *Механика жидкости и газа*, *Известия Российской академии наук*, номер 5, 2019 г.